

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-237520

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 5/21			H04N 5/21	B
H03H 21/00		8842-5J	H03H 21/00	
H04B 7/005			H04B 7/005	
H04N 7/015			H04N 7/00	A

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全7頁)

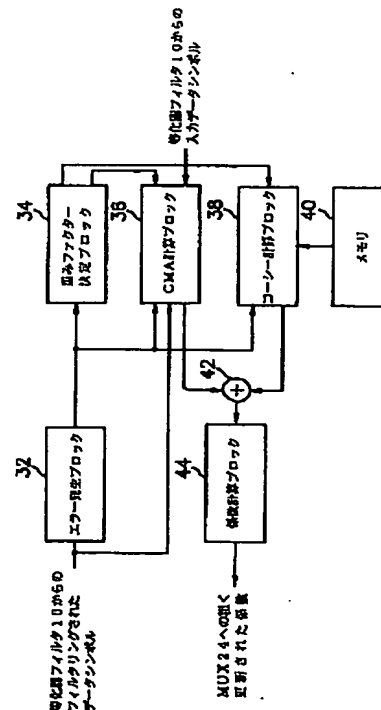
(21) 出願番号	特願平7-347766	(71) 出願人	591213405 大宇電子株式會▲社▼ 大韓民国ソウル特別市中區南大門路5街54 1番地
(22) 出願日	平成7年(1995)12月14日	(72) 発明者	崔 栄培 大韓民国ソウル特別市中區南大門路5街54 1番地 大宇電子株式會社内
(31) 優先権主張番号	1 9 9 4 - 3 4 0 9 8	(74) 代理人	弁理士 大島 陽一 (外1名)
(32) 優先日	1994年12月14日		
(33) 優先権主張国	韓国 (K R)		

(54) 【発明の名称】 テレビジョン信号等化装置

## (57) 【要約】

【課題】 係数更新処理を効果的に実行し得る改善されたTV信号等化装置を提供する。

【解決手段】 本発明の装置は、入力TV信号をフィルタリングして、フィルタリングされた信号を出力する等化器フィルタ10と、フィルタリングされた信号と所定の期待値との間の差のエラー値を発生するエラー発生器32、1組の更新された等化係数を格納するメモリ40、第1計算値を発生するCMA計算ブロック36、第2計算値を発生するコーシー計算ブロック38、第1及び第2重みファクターを発生する重みファクター決定ブロック34、第1及び第2重みファクターと1組の前等化係数とを加算して、1組の更新された等化係数を発生する加算器42からなる更新回路21とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 テレビジョン信号受信システムに用いられ、元の信号から歪みを与えられた複数のデータサンプルを有する受信テレビジョン信号をフィルタリングして、対応する複数のフィルタリングされた出力データサンプルを有するフィルタリングされた出力信号を発生するように、1組の等化係数を有する等化器フィルタと、前記データサンプル及び前記フィルタリングされた出力データサンプルに応じて、前記等化器フィルタのための前記 1 組の等化係数として、1組の更新された等化係数を発生する更新回路とから構成されるテレビジョン信号等化装置であって、

前記更新回路が、

前記フィルタリングされた出力データサンプルに応じて、前記フィルタリングされた出力データサンプルと予め定められた期待値との差を表すエラー値を発生すると共に、前記エラー値の平均 2 乗エラー値を発生するエラー発生手段と、

前記 1 組の更新された等化係数を 1 組の前等化係数として格納すると共に、予め定められたステップ大きさを格納するメモリ手段と、

前記データサンプル、前記フィルタリングされた出力データサンプル、前記予め定められたステップ大きさ及び前記エラー値を乗算し、第 1 計算値を発生する第 1 計算手段と、

前記エラー値と、コーシー分布関数から任意に選択されたランダム値とを乗算して、第 2 計算値を発生する第 2 計算手段と、

前記平均 2 乗エラー値の基づいて、前記第 1 計算値と第 1 重みファクターとを乗算して、第 1 重みファクター計算値を発生し、前記第 2 計算値と第 2 重みファクターとを乗算して、第 2 重みファクター計算値を発生する重み

$$w(n+1) = w(n) + \eta [\mu y(n) z(n) (|z(n)|^2 - R_2)] + (1 - \eta) [(|z(n)|^2 - R_2) C(k)]$$

のように定義されることを特徴とする請求項 3 に記載のテレビジョン信号等化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高精細度テレビジョン (HDTV) 信号受信システムに用いられる等化装置に関し、特に、係数更新処理を効果的に実行し得る改善された TV 信号等化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 HDTV システムにおいて、テレビジョン信号 (以下、「TV 信号」と称す) は、TV 信号伝送源から伝送チャンネルを通じて HDTV 信号受信システムへ伝送される。伝送チャンネルを通じて伝送される TV 信号に関連する固有の問題の一つは、チャンネル歪みと付加雑音が、例えば、伝送される TV 信号に含まれたデータ

ファクター発生手段と、

前記第 1 重みファクター計算値及び前記第 2 重みファクター計算値と、前記 1 組の前等化係数とを加算して、前記等化器フィルタのための前記 1 組の等化係数として 1 組の更新された等化係数を発生する加算手段とを含むことを特徴とするテレビジョン信号等化装置。

【請求項 2】 前記第 2 計算手段が、前記コーシー分布関数を構成する複数のランダム値を格納するメモリを有することを特徴とする請求項 1 に記載のテレビジョン信号等化装置。

【請求項 3】  $e(n)$  を、エラー値とし、 $Z(n)$  を、前記フィルタリングされた出力データサンプルとし、

$R_2$  を、データサンプルの型の平均半径を表す正の実定数としたとき、

前記エラー値が、式

【数 1】

$$e(n) = (|z(n)|^2 - R_2)$$

のように定義されることを特徴とする請求項 2 に記載のテレビジョン信号等化装置。

【請求項 4】  $W(n+1)$  を、前記更新された等化係数とし、

$n$  を、第 1 重みファクター係数を表す正の実定数とし、

$(1 - \eta)$  を、第 2 重みファクターとし、

$\mu$  を、前記予め定められたステップ大きさを表す数とし、

$y(n)$  を、前記データサンプルとし、

$w(n)$  を、前等化係数とし、

$C(k)$  を、前記コーシー分布関数から選択された前記ランダム値としたとき、

前記更新された等化係数が、式

【数 2】

シンボルを破壊することによって、HDTV 信号受信システムの受信性能 (即ち、受信されたデータシンボルのレベルを識別する性能) を低下させることである。かかる問題を解決するために、通常の HDTV 信号受信システムには、チャンネル適応型等化器が取り付けられている。かかる従来のチャンネル適応型等化器はフィルタリングデバイスを有し、例えば、伝送チャンネルの時変応答に周波数が左右されることから生じる増幅歪み及び位相歪みを受信信号から除去して、改善されたシンボル判断能力を提供する。

【0003】 HDTV 信号受信システムに用いられる等化装置の 1 つは、Samir N. Hulyalkar らの論文、「Advanced Digital HDTV Transmission System for Terrestrial Video Simu

l casting], IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 11, No. 1 119~125頁 (1993年1月)に開示されているように、「タップ係数 (tap coefficients)」と呼ばれる複数の等化係数を用いる有限インパルス応答 (FIR) フィルタと、トレーニングシーケンス (training sequence) を用いることなく自己調節し得る係数更新モジュールとを含む。この係数更新モジュールは、2つのモード、即ち、ブラインドモード (a blind mode) と決定指示モード (a decision directed mode) とで動作する。ブラインドモードにおいて、等化係数は粗エラー関数に応じて、それらの初期値に粗く調節される。ここで、粗エラー関数は高次方程式で表現される、いわゆる評価関数 (cost function) という公知の非線形関数を用いて計算される。また、決定指示モードにおいては、等化係数は、公知の決定関数 (decision function) を用いて算出された決定エラー信号を用いて、それらの最適値に精密に更新される。

【0004】上記の等化係数に対する初期値は、評価関数の微分値が0になり、評価関数が最小値に収束するように処理を繰り返すことによって得られる。しかし、この場合、評価関数は時には、大域最小値でなく、局所最小値に収束することになる。その結果、等化係数は、エラー関数の大域最小値に対応する初期最適値に正確に収束することが困難になる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主な目的は、係数更新処理を効果的に実行し得る改善された等化装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明によれば、テレビジョン信号受信システムに用いられ、元の信号から歪みを与えられた複数のデータサンプルを有する受信テレビジョン信号をフィルタリングして、対応する複数のフィルタリングされた出力データサンプルを有するフィルタリングされた出力信号を発生するように、1組の等化係数を有する等化器フィルタと、前記データサンプル及び前記フィルタリングされた出力データサンプルに応じて、前記等化器フィルタのための前記1組の等化係数として、1組の更新された等化係数を発生する更新回路とから構成されるテレビジョン信号等化装置であって、前記更新回路が、前記フィルタリングされた出力データサンプルに応じて、前記フィルタリングされた出力データサンプルと予め定められた期待値との差を表すエラー値を発生すると共に、前記エラー値の平均2乗エラー値を発生するエラー発生手段と、前記1組の更新された等化係数を1組の前等化係数として格納すると共に、予め定められたステップ大きさ

を格納するメモリ手段と、前記データサンプル、前記フィルタリングされた出力データサンプル、前記予め定められたステップ大きさ及び前記エラー値を乗算し、第1計算値を発生する第1計算手段と、前記エラー値と、コーシー分布関数から任意に選択されたランダム値とを乗算して、第2計算値を発生する第2計算手段と、前記平均2乗エラー値の基づいて、前記第1計算値と第1重みファクターとを乗算して、第1重みファクター計算値を発生し、前記第2計算値と第2重みファクターとを乗算して、第2重みファクター計算値を発生する重みファクター発生手段と、前記第1重みファクター計算値及び前記第2重みファクター計算値と、前記1組の前等化係数とを加算して、前記等化器フィルタのための前記1組の等化係数として1組の更新された等化係数を発生する加算手段とを含むことを特徴とするテレビジョン信号等化装置が提供される。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0008】図1には、本発明に基づいて、ブラインド等化ブロックを用いるTV信号等化装置の概略的なブロック図が示されている。このTV信号等化装置は、複数の等化係数を有する等化器フィルタ10と、更新された係数を発生する係数更新モジュール20とを含む。

【0009】伝送チャンネル (図示せず) から受信されたTV信号は、公知のサンプリング回路 (図示せず) により複数の入力データサンプルにサンプリングされて、等化器フィルタ10へ供給される。この等化器フィルタ10は、有限インパルス応答 (FIR) フィルタから構成されており、入力されるデータサンプルをTV信号内に含まれた複数の等化係数を用いてフィルタリングし、かつ等化して、フィルタリングされたデータサンプルを発生する。その後、このフィルタリングされたデータサンプルは、順に係数更新モジュール20へ、またデローテータ (derotator) 30を介して次のプロセッサ、例えば、ソースデコーダ (図示せず) へ各々供給される。

【0010】即ち、等化器フィルタ10は入力データサンプル  $y(n)$  を順次、反復的にフィルタリングして、伝送チャンネル上で歪みを与えられた入力データサンプル  $y(n)$  を正すことによって、伝送前の歪みを与えていない元のデータサンプルに近似した等化されたデータサンプルとして、フィルタリングされたデータサンプルを出力する。

【0011】公知のように、等化器フィルタ10からのフィルタリングされたデータサンプル  $z(n)$  は、次式 (1) のように定義される。

【0012】

【数3】

$$z(n) = \sum_{i=0}^{M_n-1} w_i(n) y(n - \frac{M_n}{2} + i) \dots\dots\dots (1)$$

【0013】ここで、 $W_i(n)$ は、目標の入力データサンプルに隣接する $M_n$ 個のデータサンプルに対応する1組の等化係数であり、 $M_n$ は、フィルタセルの数を表す正の整数である。

【0014】等化係数 $W(n)$ は、有意な等化されたデータサンプルが求められるまで、係数更新モジュール20により繰り返して更新される。これらの係数は次式(2)のように定義される。

【0015】

【数4】

$$w(n+1) = w(n) + \Delta y(n) e(n) \dots\dots\dots (2)$$

【0016】ここで、 $\Delta$ は、スケール因子を表す小さい数(例えば、 $2^{-10}$ または $2^{-12}$ )であり、 $e(n)$ は、フィルタリングされたデータサンプルと歪みを与えていないデータサンプルとの間の差を表すエラー関数である。

【0017】係数更新モジュール20において、等化係数 $W(n)$ を更新する反復処理は、最適の1組の等化係数 $W(n)$ が求められるまで、また、このような最適の1組の等化係数を用いて、等化器フィルタ10により、元のデータサンプルに近似する等化されたデータサンプルとしてのフィルタリングされたデータサンプル $z(n)$ が求められるまで続けて行われる。

【0018】前に言及したSamir N. Hulyalkarらの論文に開示されているように、係数更新モジュール20は2つのモード、即ち、ブラインドモードと決定指示モードとで動作させられ、ブラインド等化ブロック21と、決定指示等化ブロック22と、決定指示キャリア回復ブロック23とからなる。ブラインドモードにおいて、ブラインド等化ブロック21は、等化器フィルタ10からフィルタリングされたデータサンプルを受け取って、粗初期収束を与える粗く更新された等化係数を発生し、これはマルチプレクサ(MUX)24を経て等化器フィルタ10へ供給される。この等化器フィルタ10においては、粗く更新された等化係数は等化器フィルタ10に含まれた前等化係数を更新する。このような過程は、有意な初期収束が実現されるまで繰り返される。

【0019】一方、決定指示モードにおいて、決定指示等化ブロック22は、等化器フィルタ10からのフィルタリングされたデータサンプルと決定指示キャリア回復ブロック23からの位相エラーPEとを受け取ると共に、最小2乗平均(LMS)アルゴリズムを用いて精密に更新された係数を発生して等化係数の最適収束を実現する。また、決定指示キャリア回復ブロック23は、決定指示モードで動作し、位相エラーPEを決定指示等化ブロック22及びディローテータ30へ各々供給して、

伝送前の元のデータサンプルと対応する入力データサンプルとの間の位相偏差を最小化する。最適収束を用いる精密に更新された係数は、MUX24を経て等化器フィルタ10へ供給されて、等化器フィルタ10内の前等化係数に取って代わる。かかる過程は、有意な等化されたデータサンプルが求められるまで繰り返される。

【0020】このようなモード切換動作は、等化器選択論理回路25により制御される。この等化器選択論理回路25は、2つのモード選択信号(即ち、ブラインドモード選択信号と決定指示モード選択信号)を発生する。等化器選択論理回路25は、ディローテータ30を経て等化されたデータサンプルを受け取ると共に、平均2乗エラー(MSE)の値を計算する。このMSE値は、予め定められた第1エラー値と比較される。この予め定められた第1エラー値は、デジタル通信システムにおいてシンボル間の干渉及び雑音の量を表す、いわゆる、アイパターン(eye pattern)に基づいて決まり、アイパターンは通常のアシロスコープを用いて測定される。MSE値が予め定められた第1エラー値より大きい場合、等化器選択論理回路25は、ブラインドモード選択信号を発生してMUX24を駆動させる。このようにして、MUX24はブラインド等化ブロック21から供給された粗く更新された等化係数を更新された等化係数として等化器フィルタ10へ供給することになる。

【0021】一方、MSE値が予め定められた第1エラー値より小さいかまたは等しい場合、等化器選択論理回路25は、決定指示モード選択信号を発生することになり、この信号により、MUX24は決定指示等化ブロック22から供給された微細に更新された等化係数を更新された等化係数として、等化器フィルタ10へ供給する。

【0022】上記の粗く更新された等化係数はエラー関数 $e(n)$ の代わりに、粗MSE関数を用いて反復的に更新される。ここで、粗MSE関数は、等化係数に対して、公知の非線形関数を表す評価関数により表現することができる。詳述すると、前に言及したSamir N. Hulyalkerらの論文に開示されているように、ブラインド等化ブロック21はハードウェア的な負担を軽減させるために、4次方程式で表現される評価関数を有する公知の定率アルゴリズム(constant modulus algorithm)を用いる。この場合、粗MSE関数を表す評価関数 $D^{(1)}$ は、次式(3)のように定義される。

【0023】

【数5】

$$D^{(2)} = E[|z(n)|^2 - R_2]^2 \dots\dots\dots (3)$$

【0024】ここで、 $Z(n)$  はフィルタリングされたデータサンプルであり、 $R_2$  は元のデータサンプルの型の平均半径を表す正の実定数（例えば、32-直交振幅変調 (QAM) ベースのテレビジョンシステムの場合、 $R_2=26.186$  である）であり、 $E$  は、期待値関数である。

【0025】従って、粗MSE関数の最小化は、上記の式 (1) で定義された等化係数  $W(n)$  によって表現される評価関数  $D^{(1)}$  を最小化することによって実現され

$$w(n+1) = w(n) - \delta \left[ \frac{dD^{(1)}}{dw(n)} \right] \dots \dots \dots (4)$$

【0027】ここで  $\delta$  はステップ大きさパラメータである。

【0028】当技術分野に公知された過程によって、上記の式 (4) で、評価関数  $D^{(1)}$  を微分すると、粗く更新された等化係数  $w(n)$  は下記式 (5) のように定義される。

【0029】

【数7】

$$w(n+1) = w(n) + \mu y(n) z(n) [ |z(n)|^2 - R_2 ] \dots (5)$$

【0030】ここで、 $\mu$  は、ステップ大きさパラメータを表す小さい数（例えば、 $2^{-10}$  または  $2^{-12}$ ）である

【0031】上記式 (4) 及び式 (5) から分かるように、エラー関数は、等化係数に対して4次方程式の評価

$$w(n+1) = w(n) + \eta [ \mu y(n) z(n) ( |z(n)|^2 - R_2 ) + (1-\eta) [ ( |z(n)|^2 - R_2 ) C(k) ] \dots \dots \dots (6)$$

【0034】ここで、 $\eta$  は、重みファクターを表す正の実定数であり、 $C(k)$  は、公知のコーシー分布関数である。

【0035】上記式 (6) から分かるように、本発明によるブラインド等化ブロック 21 において、等化係数  $w(n)$  は、2つの項、即ち、CMA項の  $\mu y(n) z(n) ( |z(n)|^2 - R_2 )$  及びコーシー項の  $( |z(n)|^2 - R_2 ) C(k)$  を用いて調整されて、常に、粗MSE関数の大域最小値に等化器が効果的に収束し得るようにする。これらの2つの項は、“0”にされ、等化係数が最小値に近づくが、これはそれぞれ異なる方法により行われる。公知のように、CMA項の値はコンスタントに“0”に減少するが、コーシー項の値は、コーシー分布関数  $C(k)$  に対して選択された値に応じて変動しながら増減して、一時的にエラー値が増加することができる。重みファクターの適切な選択により2つの項を組み合わせることによって、等化係数が粗MSE関数の局所最小値に収束せず、常に大域最小値に収束し得るようにすることができる。

【0036】図2には上記式 (6) を実現するためのブラインド等化ブロック 21 の詳細なブロック図が示されている。このブラインド等化ブロック 21 は、エラー発生ブロック 32 と、重みファクター決定ブロック 34

る。従って、等化係数に対して評価関数  $D^{(1)}$  を最小化するために、公知の最急降下法 (steepest descent method) によって繰り返して行われる。このようにして、粗く更新された等化係数  $w(n)$  は、次式 (4) のように評価関数  $D^{(1)}$  によって定義される。

【0026】

【数6】

関数として表現することもできる。ここで、4次方程式は、1つの大域最小値と1つの局所最小値を有する。評価関数の微分値は最急降下法を用いて、漸次減らして“0”に近くなり、よって、等化係数は、粗MSE関数の最小値に収束することになる。しかし、この場合、等化係数は、粗MSE関数の大域最小値の代わりに局所最小値に収束する場合がある。

20 【0032】従って、本発明の好適な実施例において、等化係数が粗MSE関数の大域最小値に常に収束するようにするため、上記の式 (5) は下記式 (6) のように変形される。

【0033】

【数8】

と、CMA計算ブロック 36 と、コーシー計算ブロック 38 と、メモリ 40 と、加算器 42 と、係数計算ブロック 44 とから構成されている。

30 【0037】フィルタリングされたデータサンプルは、順にエラー発生ブロック 32 へ供給される。このエラー発生ブロック 32 においては、フィルタリングされたデータサンプルとデータの型の平均半径との間の差を表す、粗エラー値とそれに対するMSE値を発生する。重みファクター決定ブロック 34 は粗エラー値はを受け取って、粗エラー値により求められた粗MSE値と予め定められた第2エラー値とを比較して、第1及び第2重みファクターを発生する。ここで、第2重みファクターは、(1-第1重みファクター) によって決定される。予め定められた第1エラー値は、予め定められた第2エラー値より若干大きい値として決定される。第1重みファクターは、CMA計算ブロック 36 へ、第2重みファクターはコーシー計算ブロック 38 へ供給される。上記の式 (6) から分かるように、粗MSE値が予め定められた第2エラー値より大きい場合、第1重みファクターは小さい値で選択され、よって、第2重みファクターが第1重みファクターより大きく設定される。

40 【0038】また、粗エラー値は、CMA計算ブロック 36 及びコーシー計算ブロック 38 へ各々供給される。

CMA計算ブロック36は、入力データサンプル、フィルタリングされたデータサンプル、粗エラー値及び第1重みファクターを受け取って、これらを乗算することによってCMA計算値を発生する。コーシー計算ブロック38は、粗エラー値、第2重みファクター及びメモリ40からのランダムなコーシー値を受け取って、コーシー計算値を発生する。ここで、ランダムなコーシー値はコーシー分布関数から選択され、既にメモリ40にランダムに格納されている。

【0039】CMA計算値及びコーシー計算値は、加算器42で加算されて、加算された値を発生する。その後、この加算された値は係数計算ブロック44へ供給される。この係数計算ブロック44は、格納された前等化係数に加算された値を加算し、粗く更新された等化係数を発生する。係数計算ブロック44は、粗く更新された等化係数を前記等化係数として格納する複数のメモリ領域を有するメモリが設けられている。その後、等化器フィルタの前等化係数は、ブラインドモードで粗く更新された等化係数により更新される。

【0040】上記において、本発明の特定の実施例について説明したが、本明細書に記載した特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者は種々の変更を加え得ることは勿論である。

【0041】

【発明の効果】従って、本発明によれば、1組の等化係数を入力データサンプル及び粗エラー値を用いて反復的、かつ効果的に更新処理することによって最適の初期の1組の等化係数を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

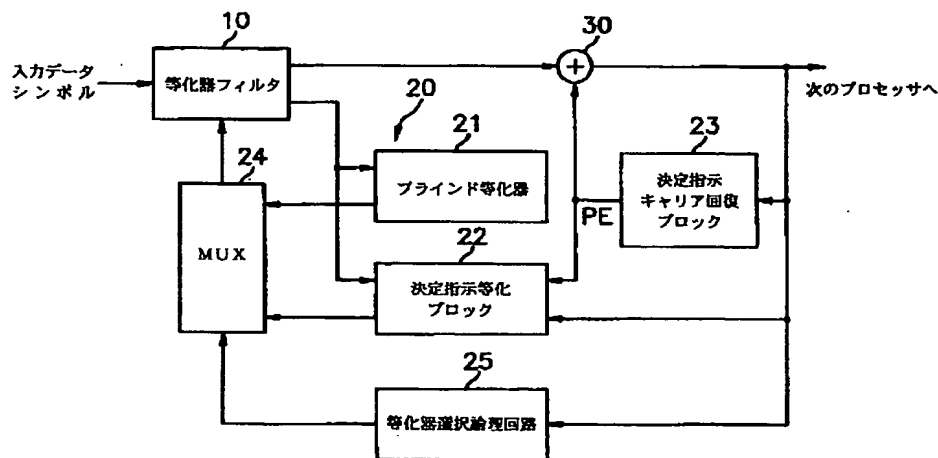
【図1】本発明によるブラインド等化ブロックが組み込まれたTV信号等化装置の概略的なブロック図である。

【図2】図1に示されているブラインド等化ブロックの詳細なブロック図である。

【符号の説明】

- 10 等化器フィルタ
- 20 係数更新モジュール
- 21 ブラインド等化ブロック
- 22 決定指示等化ブロック
- 23 決定指示キャリア回復ブロック
- 24 MUX
- 25 等化器選択論理回路
- 32 エラー発生ブロック
- 34 重みファクター決定ブロック
- 36 CMA計算ブロック
- 38 コーシー計算ブロック
- 40 メモリ
- 42 加算器
- 44 係数計算ブロック

【図1】



【図 2】

